

Asuntos y Mejores Prácticas Ambientales para Energía Renovable

(Traducción resumida de Capítulo 6 de *Environmental Guidelines for the USAID LAC Bureau*, ver la versión en inglés para el texto completo)

A. Actividades de Biomasa, Biogás, Energía Solar y Viento

Breve Descripción del Sector

La energía constituye un producto básico esencial para todas las sociedades humanas. El uso primordial de la energía por parte de los pobres está en la cocción de sus alimentos, con otros usos tales como la iluminación eléctrica, y el resto está comprendido por la potencia requerida para otros artefactos impulsados a motor. Tal como se discutirá a continuación, una gran parte de la energía utilizada por las personas de escasos recursos está constituida por la biomasa, la madera o el carbón de palo obtenido de los árboles. Los pobres rurales de América Latina y del Caribe tienen acceso extremadamente limitado a la electricidad y a los artefactos eléctricos modernos. Mientras que el cubrimiento de la electricidad en toda la región es de cerca del 85%, el cubrimiento de las comunidades rurales en algunos países es inferior al 20%.

Contenidos...

A. Actividades de Biomasa, Biogás, Energía Solar y Viento

Breve Descripción del Sector.....	1
Impactos Ambientales Potenciales de Programas de Desarrollo del Sector y sus Causas	2
Diseño del Programa del Sector, Mitigación del Medio Ambiente y Puntos acerca del Monitoreo3	
Preguntas Generales para los Proyectos de Energía	3
Iniciativas para la Leña como Combustible	4
Desarrollo Alternativo de Energía	5
Energía Solar	5
Biogás	6
Etanol	7
Energía de Viento	8

B. Energía Renovable: Microcentrales Hidroeléctricas

Breve Panorama del Subsector	9
Impactos medioambientales potenciales y sus causas.....	9
Tabla 6-1: Impactos Medioambientales de la Microcentrales Hidroeléctricas que se Operan desde el Río	10
Tabla 6-2: Impactos Medioambientales de las Microcentrales Hidroeléctricas con Embalse	11
Diseño del Programa del Sector –	
Algunas Guías Específicas	11
Mitigación y Monitoreo del Medioambiente.....	12
Referencias	14

Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

Los proyectos para desarrollo de energía a pequeña escala por lo general se diseñan para mejorar la salud pública, proteger el medio ambiente, y mejorar la calidad de vida de las poblaciones pobres, especialmente de las mujeres. Estos proyectos pueden tener beneficios accesorios, tales como la generación de oportunidades empresariales. Esto ocurre al suministrar energía donde no se disponía de ella anteriormente, o sustituyendo el uso de fuentes de energía perpetuas o autorenovables localmente disponibles por aquellas que son de abastecimiento limitado agotable, que en algunos casos, deben ser importadas de otra parte para llevarlas al área en cuestión.

Los proyectos con frecuencia se centran bien sea en mejorar la eficiencia de la cocción de alimentos con combustible derivado de la madera --como por ejemplo promoviendo estufas mejoradas para cocinar o sustituyendo por una fuente alternativa de energía, tal como biogás o energía solar. Otros proyectos se centran en suministrar fuentes alternativas de electricidad --solar, **microhídrica**, o biogás-- para energizar la iluminación moderna y los aparatos eléctricos, especialmente para las comunidades rurales que carecen de acceso a las redes eléctricas. Al disponer de electricidad confiable, esto les puede permitir a las familias, y generalmente a las mujeres adultas, desarrollar actividades que les generen ingresos adicionales trabajando en su hogar una vez culminadas las labores diarias, y también se les facilita el baño y la cocción de alimentos en la noche.

Se ha predicho que tanto la población como la demanda de energía en la región crecerán a un ritmo acelerado en la próxima década --los estimativos para el crecimiento anual fluctúan entre el 2.7% y el 4.5% en comparación con el 0.9%-1.6% para los países industrializados-- lo que hace que este tipo de proyectos de energía sean cuanto más importantes.

Este lineamiento discute diversos enfoques al problema de la deforestación para utilizar la leña como combustible y también aborda los impactos adversos potenciales para el medio ambiente que pueden estar asociados con otros proyectos de energía, tales como las secadoras y los hornos con energía solar, la energía fotovoltaica, el biogás, la fuerza motriz microhídrica y la de viento. Los impactos sociales se discuten en un menor grado. La energía **microhídrica** se discute en una subsección especial.

Impactos Potenciales Medioambientales de los Programas de Desarrollo del Sector y sus Causas

La deforestación de las selvas pluviales y de las selvas de tierras templadas para utilizarlas como leña o carbón de palo constituye uno de los mayores impactos de la demanda y consumo de energía en América Latina y el Caribe. América Latina y el Caribe perdieron selvas a un ritmo acelerado entre 1990 y 1995, período más reciente para el cual existen datos completos. El Caribe perdió el 8.5% de sus selvas; América Central perdió el 6% de sus bosques y Sur América perdió el 2.5%, lo que corresponde a 0.4 millones de hectáreas, 4.8 millones de hectáreas y 56.3 millones de hectáreas, respectivamente [FAO, 1999 #1]. Casi 2/3 de esta deforestación tuvo lugar para uso como leña y carbón de palo. En promedio, en Sur América el 60% de la madera se taló para utilizarse como leña. En México y el Caribe, el 85% de la deforestación también tuvo su origen en la demanda de leña [FAO, 2000 #2].

La madera talada se utiliza para cocinar, actividad ésta que corresponde a la fuente más grande de consumo de energía en el hogar en el mundo en desarrollo, la cual responde por más del 75% del consumo, y con frecuencia hasta por el 90%. En las áreas rurales la cocina es el rubro que consume la mayor energía entre todos los demás. La deforestación también está causando un descenso significativo en la productividad agrícola (v.g. la pérdida de suelo por el aumento de la erosión, la destrucción de las cuencas hidrográficas) y una disminución en la biodiversidad (v.g. pérdida del hábitat de animales silvestres y de la diversidad de las especies), y ésta también contribuye al efecto invernadero, liberando carbono almacenado y reduciendo la capacidad de la región de secuestrar carbono.

Además de los impactos ambientales, la quema de madera, carbón de palo y otra biomasa en hogares o áreas mal ventilados expone a los usuarios a altos niveles de humo. Una exposición continua de este tipo puede lesionar seriamente la salud humana, particularmente en las mujeres y niños que pasan la mayoría del tiempo en el interior de la casa y por consiguiente están expuestos durante períodos más prolongados.

En América Latina, con frecuencia grandes distancias separan la localización de la energía de biomasa del sitio donde se encuentran los consumidores. La demanda de carbón de palo y de leña por parte de poblaciones urbanas también contribuye enormemente a la deforestación. La creciente distancia entre los usuarios del recurso y la fuente de la leña de carbón de palo también eleva el precio de estos recursos.

Diseño del Programa del Sector, Mitigación del Medio Ambiente y Puntos acerca del Monitoreo

Preguntas Generales para los Proyectos de Energía

- ¿Ha llevado a cabo el Banco Mundial u otra organización internacional un análisis del sector energético o de la biomasa del país? ¿Cuál es el patrón del uso actual de la energía en el área inmediata del proyecto?
- ¿Existen impuestos o programas de incentivos que puedan ser utilizados o publicitados para aumentar la utilización de recursos renovables y disminuir la dependencia de los combustibles provenientes del petróleo o de la energía proveniente de la madera?
- ¿Se ha consultado a las comunidades locales su opinión en forma temprana, en la fase de identificación del proyecto de energía? (Las comunidades pueden tener sugerencias y necesidades que deberían ser la base para el desarrollo del proyecto).
- ¿Cuáles son las aspiraciones de las comunidades rurales en relación con la energía a largo plazo? ¿Podrían estas aspiraciones lograrse con la leña? ¿Si la comunidad está interesada en el desarrollo de pequeñas industrias/empresas, pueden considerarse otras formas de energía?
- ¿Quiénes son los beneficiarios del proyecto? ¿Beneficiará el proyecto a los hogares locales o a otros sectores?

Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

- ¿Si este es un proyecto de leña, qué tan accesible será la leña producida en el área donde se va a consumir? ¿Cuáles son los costos de transporte asociados con el proyecto?
- ¿Cuáles son los incentivos y las restricciones socioeconómicas asociadas con el proyecto (v.g. sistemas de aparcería para los árboles, o disponibilidad de crédito)?

Iniciativas para la Leña como Combustible

- *Evaluar la Biomasa.* Llevar a cabo un análisis para determinar la disponibilidad y la demanda de leña. Para este propósito se pueden utilizar Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) con Sensor Remoto y técnicas de mapeo para Sistemas de Información Geográfica (GIS). Establecer las condiciones de la línea de base e identificar los patrones de la deforestación a través del tiempo. Proporcionar información sobre las iniciativas prometedoras de energía en el área.
- *Desarrollar una Estrategia para la Biomasa.* Desarrollar una estrategia para la biomasa basada en la evaluación precedente. La estrategia debe identificar las áreas que requieren asistencia técnica y reformas de política, sistemas prácticos para incentivar y desincentivar, y determinar cuándo las condiciones son apropiadas para utilizar fuentes de energía económicas distintas de la leña.
- *Desarrollar Planes de Acción.* Implementar planes de acción a nivel local y nacional que combinen las medidas encaminadas a aumentar la producción (v.g. la agrosilvicultura), reducir el consumo (v.g. estufas perfeccionadas para cocinar) y a mejorar la protección de los recursos forestales remanentes (v.g. desarrollar viveros de árboles) e incentivos para la plantación de árboles y desincentivos para la utilización de combustibles fósiles. Promover un enfoque de planificación multisectorial para la gestión de los recursos de leña.
- *Garantizar la Participación de la Comunidad.* Asegurarse de que de la comunidad local pueda hacer aportes desde el comienzo del diseño del proyecto. (Una debilidad común de los proyectos para uso de leña es la ausencia de participación de los beneficiarios del proyecto).
- *Reflejar el Valor Económico.* Ajustar los precios de la leña y del carbón de palo para reflejar el verdadero valor de los recursos forestales a través de la aplicación de la responsabilidad por el recurso natural y el medio ambiente. Con frecuencia los valores biológicos, económicos y sociales de los recursos forestales no se incorporan en el precio total de la leña.
- *Proteger los Recursos.* Proteger los recursos de leña existentes en los bosques naturales haciendo que las comunidades circundantes participen en la gestión sostenible del bosque y compartan los recursos del mismo.
- *Estipular la Propiedad de los Recursos de la Leña.* Participar, cuando se necesite, en una política de diálogo para establecer legislación que estipule la propiedad privada/comunal y la gestión de los recursos de árboles para leña.
- *Seleccionar las Especies de los Árboles.* Si se han de plantar árboles para leña, seleccionar los más apropiados, aprovechando la experiencia a nivel local y nacional. Las

especies de corta rotación que se requieren para un rápido crecimiento de árboles exóticos permiten una producción mayor de leña; sin embargo, su rápido crecimiento también puede acelerar el agotamiento de los nutrientes del suelo o de los recursos hídricos. Se puede considerar el uso de fertilizantes para plantaciones de especies de rápido crecimiento. Se deben conciliar las especies con el suelo del sitio y las condiciones climáticas locales. Se deben evitar especies que necesiten gran cantidad de agua en áreas donde la pluviosidad es baja o esporádica (zonas áridas o semiáridas)

- *Evaluar el Potencial para Estufas Perfeccionadas.* Otro medio para fomentar la conservación de la leña es a través de la comercialización de estufas perfeccionadas de carbón de palo. Construidas típicamente en metal con un revestimiento aislado de arcilla, estas estufas atrapan el calor, haciendo que el carbón de palo se queme en forma más eficiente, reduciendo así su consumo en forma significativa.

Muchas especies de árboles cumplen con múltiples fines madereros y no madereros, siendo la leña un producto secundario. Por ejemplo, las ramas cortadas de algunas especies *Prosopis* se pueden utilizar como leña, mientras que los árboles mismos se pueden utilizar como cercas vivas.

Desarrollo Alternativo de Energía

Las tecnologías de energía renovable deben satisfacer diversos criterios. Estos pueden ser sistemas simples, de bajo costo, adaptables al desarrollo de pequeñas industrias/empresas privadas a nivel comunitario. Mientras que el costo instalado de una tecnología alternativa de energía puede constituir una restricción, los costos operativos tienden a ser muy inferiores a los de los sistemas convencionales de energía. En algunos casos los esquemas de crédito pueden contribuir a abordar la barrera del costo de capital y a permitir por consiguiente que se obtengan beneficios de costo a largo plazo.

Energía Solar

El sol constituye una fuente importante de energía limpia y abundante en muchas partes de América Latina. La utilización de energía solar aún no se ha difundido puesto que su uso es todavía tres o cuatro veces más costoso que el de otras fuentes renovables de energía. Los impactos medioambientales adversos, asociados con la energía solar, incluyen la contaminación causada durante la fabricación de los artefactos solares, el derramamiento de los ácidos de la batería, y la forma impropia de desechar las baterías. Algunos ejemplos de implementación de energía solar y de los impactos medioambientales potenciales asociados incluyen lo siguiente:

- *Secadora Solar para Alimentos.* Una secadora solar de alimentos es una caja que tiene por lo menos un lado transparente, a través del cual la energía solar eleva la temperatura interior y establece una corriente de convección de aire. La fruta, los granos, los vegetales y el pescado se pueden secar dentro. Los alimentos se secan rápidamente, permitiendo una mayor retención de vitaminas que la que se lograría con la luz directa del sol.
- *Estanques Solares.* Un palustre solar opera bajo el mismo principio de la secadora solar de alimentos. En vez de atrapar rayos de calor bajo una ventana transparente, el calor se

atrapa bajo varias capas de agua dulce y salada. A diferencia de las secadoras solares de alimentos, los estanques solares pueden crear serio daño medioambiental. Como se utilizan grandes cantidades de sal, una fuga en el fondo del palustre puede contaminar gravemente los suministros de agua subterránea. Los costados fuertemente inclinados del palustre pueden constituir un peligro para que los animales o los niños pequeños caigan y se ahoguen al quedar atrapados en el agua. Debido a las altas temperaturas, los objetos que se hunden hacia el fondo no se pueden recuperar fácilmente sin un equipo especial. La salmuera caliente de un palustre solar corroe muchos metales. Finalmente, el agua evaporada de la superficie del palustre debe reponerse con agua de otras fuentes.

- **Cocción con Energía Solar.** Mientras que se ha logrado un progreso sustancial en la cocción con energía solar en los últimos años, ésta todavía no ha sido ampliamente adoptada. Los hornos solares que atrapan y/o reflejan energía solar que se convierte a calor al golpear la superficie de la parte trasera de la olla están diseñados para cocción u horneado lentos y, por consiguiente, no pueden utilizarse para alimentos tradicionales que requieran freírse o revolverse. Las estufas solares que utilizan reflectores parabólicos deben reenfocarse constantemente, a medida que el sol se mueve. El costo inicial del artefacto, la restricción del tiempo de cocción a las horas de la luz del día donde haya sol, la incompatibilidad del tipo de las recetas locales, y la falta de conocimiento del artefacto constituyen factores disuasivos para su propagación. La utilización de estufas solares en campamentos de refugiados y de personas internamente desplazadas, aunque es costosa, puede contribuir a compensar en cierto grado la alta tasa de deforestación que ocurre alrededor de estos campamentos.
- **Celdas Fotovoltaicas.** Mientras que la tecnología para convertir la energía solar en electricidad continua abaratándose, sigue en duda su eficiencia, desde el punto de vista de costos, para una mayor aplicación en América Latina. En lugares remotos apartados de las líneas de transporte de energía, en donde los costos para la generación eléctrica a partir de motores diesel son altos, los fotovoltaicos pueden ser competitivos para ciertas aplicaciones, tales como iluminación, refrigeración de vacunas de cadena fría, comunicación radial y de microondas. El mantenimiento de un sistema fotovoltaico se limita a limpieza regular de las superficies del panel. La limpieza debe ser realizada por personas capacitadas con el fin de evitar que se dañen las celdas. Los sistemas también se deben proteger contra robo y vandalismo.

Biogás

Las tecnologías utilizadas para la conversión de materiales orgánicos a biogás no son nuevas, pero su aplicación no está difundida. La lenta propagación de esta tecnología se relaciona con el costo inicial de construir el sistema y las pocas oportunidades de recibir capacitación en su construcción y mantenimiento. La producción de biogás involucra la fermentación biológica de materiales orgánicos (v.g. desechos agrícolas, estiércol o efluentes industriales) en un entorno con deficiencia de oxígeno para producir metano, dióxido de carbono y vestigios de sulfuro de hidrógeno. El gas se puede utilizar bien sea para combustión directa en la cocina o en la iluminación, o indirectamente para alimentar los motores a combustión que entregan fuerza motriz o eléctrica (Bokalders y Kristoferson 1991).

De acuerdo con las tendencias recientes, ha tenido lugar un aumento en la producción dedicada a los cultivos de bioenergía en comparación con la utilización de desechos agrícolas. Esta práctica puede tener impactos benéficos y adversos para el medio ambiente. Los cultivos bioenergéticos se pueden utilizar para restablecer tierra estéril, recuperar terrenos anegados o suelos salinizados, y estabilizar tierras propensas a la erosión. Estos pueden proporcionar hábitat y aumentar la biodiversidad si se manejan en forma adecuada. Sin embargo, también pueden desplazar a la producción agrícola, conducir a la deforestación, y a la introducción de especies invasoras no nativas.

La operación de un digestor de biogás presenta diversos problemas potenciales para el medio ambiente, pero éstos se pueden minimizar con una planificación y operación adecuadas. Se requieren precauciones especiales si se utilizan desechos humanos o de porquerizas en los digestores. Por ejemplo, los humanos y algunos animales comparten parásitos y patógenos similares que yacen en los excrementos. Por esta razón, algunas autoridades advierten que los desechos de materias fecales sin tratar son extremadamente peligrosos y no recomiendan aplicar fango residual al suelo donde se cultivan tubérculos y legumbres. Si el digestor está construido cerca de un sanitario o a un cobertizo de semovientes, los excrementos se pueden depositar directamente sin manejo innecesario.

La disposición del líquido de rebose (sobrenadante) del digestor, puede, ocasionalmente, traer consigo efectos adversos. Normalmente este líquido es transparente e inoloro y tiene algún valor como fertilizante disuelto. Si el agua es escasa, el sobrenadante se puede reciclar en el digestor con nueva materia prima orgánica. De lo contrario, se puede utilizar para regar las plantas o humedecer los materiales del compost. Con un digestor en malas condiciones de funcionamiento, el sobrenadante puede ser oscuro y ofensivo. Si no se recicla, este líquido debería enterrarse o mezclarse con tierra en un lugar aislado.

Tal como con el gas natural, se deben tomar precauciones para impedir fugas del biogás. La vigilancia es importante puesto que el biogás por lo general es inoloro y difícil de detectar. En cuartos cerrados, los escapes de gas pueden conducir a asfixia o a explosión.

En las áreas en donde el estiércol o los excrementos son considerados como un recurso libre para la comunidad, la instalación de digestores de biogás puede causar cambios no deseados en las economías locales. Por ejemplo, si el estiércol repentinamente recobra un mayor valor del usual, se puede convertir en un bien básico vendible que ya no estaría disponible para los pobres. En las etapas iniciales de planificación, la pregunta de quién gana o quién pierde con el proyecto energético merece especial atención.

Etanol

Se puede producir combustible líquido en forma de etanol a través de la fermentación de la biomasa (v.g. la caña de azúcar). La producción de etanol involucra el lavado, fermentación y destilación de la biomasa. Nuevamente, los costos y los beneficios económicos a largo plazo deben sopesarse cuidadosamente antes de desarrollar estos sistemas.

Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

Los residuos sólidos de la producción de etanol se pueden desechar fácilmente como un suplemento dietético con alto contenido de proteínas para los semovientes; sin embargo, el desecho de los residuos líquidos, que puede constituir entre 12 y 13 veces el volumen del producto final, es más difícil de manejar. Esta “destilación ligera” tiene un fuerte olor y un alto contenido de ácido con sustancias orgánicas disueltas. La aplicación de este destilado fino a la tierra podría ser perjudicial para muchos tipos de suelos, especialmente para aquellos con alto contenido de arcilla. Este destilado no se debe desechar en áreas en donde pueda fluir hacia lagos o riachuelos susceptibles de contaminación.

En la producción de etanol se utilizan cantidades considerables de agua. Por cada unidad de volumen de etanol producido, se necesitan aproximadamente 16 volúmenes de agua para generar vapor. Esta demanda de agua se debe evaluar frente al suministro disponible y a los méritos de los usos alternativos.

Energía de Viento

Si se diseñan y ubican adecuadamente, las máquinas de viento pueden proporcionar una fuente de energía confiable. Una bomba de agua energizada con el viento se puede utilizar para irrigación y para suministrar agua potable. Sin embargo, se requiere un análisis económico costo-beneficio frente a otras fuentes de energía antes de seleccionar la energía de viento como fuente energizante. La fortaleza y constancia del recurso del viento son especialmente importantes al hacer este cálculo, como también lo es la capacidad comprobada de la máquina de viento para soportar grandes velocidades del viento. Como en muchos países latinoamericanos con frecuencia no se dispone de datos meteorológicos históricos, la utilización de la energía de viento debe abordarse con precaución.

Un efecto potencial adverso asociado con las bombas de agua impulsadas por viento es que el agua derramada alrededor de la bomba puede constituir un riesgo para la salud. Un mecanismo de cierre automático puede potencialmente solucionar el problema. Tal como con cualquier otro sistema de agua, el pastoreo excesivo cerca de un sistema de abastecimiento de agua puede constituir un problema serio, especialmente en entornos áridos y semiáridos.

B. Energía Renovable: Microcentrales Hidroeléctricas¹

Breve Panorama del Subsector

Ver la introducción a la guía general del sector de energía renovable para una descripción del sector energético Latinoamericano.

Las microcentrales hidroeléctricas constituyen una tecnología de generación de electricidad renovable con un alto potencial de aplicabilidad en América Latina, particularmente en las áreas rurales remotas. Las instalaciones de las microcentrales hidroeléctricas varían en tamaño, desde unos pocos kilovatios hasta 100 kilovatios. Generalmente son de dos tipos:

- Las instalaciones de microcentrales hidroeléctricas que **se operan desde un río** no necesitan de reservorio. Por el contrario, se basan en el flujo natural del río o arroyo para proporcionar fuerza motriz a la(s) turbina(s). Por lo general, involucran la desviación de una parte del flujo del río a través de un rebosadero, un canal vertedor, o una tubería. El agua desviada se regresa al río, corriente abajo de la turbina.
- Las instalaciones de microcentrales hidroeléctricas con **embalse** utilizan un reservorio para (1) estabilizar el suministro de electricidad frente a las variaciones en el flujo, y/o (2) para proporcionar una mayor carga, o presión a la(s) turbina(s) de potencia.

Impactos Medioambientales Potenciales y sus Causas

El punto aislado más importante para determinar el alcance de los impactos medioambientales provenientes de los proyectos de microcentrales hidroeléctricas es determinar si se necesita crear un embalse o no.

Microcentrales que se operan desde el río.- Para las operaciones que utilizan el río los mayores impactos se causarán durante la fase de la construcción. La preocupación principal radica en el tramo del río de donde se remueve el agua para sustentar la operación de la central hidroeléctrica, el método para regresar el agua hacia el arroyo, y el efecto sobre los usuarios corriente abajo. Los impactos por lo general tienen lugar en el sitio y son relativamente fáciles de evaluar.

¹ El material de las microcentrales eléctricas presentado en este documento en gran parte está adaptado de los “Lineamientos Medioambientales para Proyectos de Microcentrales Hidroeléctricas”, desarrollados en apoyo al Proyecto de Cofinanciación No. 517-0247 de USAID/República Dominicana y al Proyecto 517/0270 de Reestructuración del Sector de Energía Eléctrica. Los líderes del texto original fueron Odalís Pérez, del Equipo de Energía y Medioambiente, USAID/DR y Karen Menczer de USAID/LAC/RSD/ENV.

Tabla 6-1: Impactos Medioambientales de la Microcentrales Hidroeléctricas que se Operan desde el Río

Fase de la actividad	Impacto
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> ◆ El movimiento de tierras puede aumentar la erosión, lo que puede conllevar al aumento en la sedimentación de la vía fluvial. ◆ El aumento de la actividad a lo largo de la corriente de agua y de la ruta de transmisión puede perturbar la vida silvestre. ◆ La construcción y la colocación de la tubería puede originar un bloqueo temporal o permanente de la vía fluvial. ◆ La construcción y colocación de la tubería y la construcción de la ruta de transmisión puede originar perturbaciones en los humedales, hoyas de inundación o terrenos agrícolas. ◆ El aumento de la actividad a lo largo de la corriente de agua y de la ruta de transmisión puede perturbar las actividades recreacionales, culturales y de subsistencia que normalmente se llevan a cabo en el lugar. El recorrido de las líneas de transmisión puede ocasionar la destrucción de humedales o de otro hábitat sensitivo. ◆ El incremento de la erosión puede causar una mayor sedimentación que afecte a los usuarios corriente abajo (seres humanos, estanques de peces y vida silvestre). ◆ La disminución en el flujo de agua corriente abajo puede afectar a los usuarios aguas abajo de las instalaciones (seres humanos, áreas pesqueras y vida silvestre).
Operación	<ul style="list-style-type: none"> ◆ La disminución en el flujo de la corriente de agua entre el área donde se toma el agua y el área donde ésta se regresa puede cambiar el régimen de inundación, originando la destrucción de los humedales. ◆ La tubería del reingreso de agua puede causar una mayor socavación de la ribera del arroyo en donde el agua se regresa a la corriente.

Microcentrales hidroeléctricas con embalse.- Si el proyecto requiere la creación de un embalse, los impactos medioambientales potenciales pueden ser superiores a los de los sistemas que se operan en el agua del río. Tal como las que se operan en el agua del río, éstas pueden acarrear impactos medioambientales dentro de las fases tanto de construcción como de operación. Los sitios de preocupación principal son: el tramo del río de donde se remueve el agua; el área que se está inundando; y los usuarios río abajo, incluidos los seres humanos, los peces y la vida silvestre.

Nótese que las microcentrales hidroeléctricas con embalse muy posiblemente harán que se solicite una evaluación medioambiental (EA) conforme a los procedimientos medioambientales de USAID.

Tabla 6-2: Impactos Medioambientales de las Microcentrales Hidroeléctricas con Embalse

Fase de la actividad	Impacto
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Todos los impactos de las construcciones generados por las microcentrales hidroeléctricas que operan en el río, además de lo que se enuncia a continuación: ◆ El movimiento de tierras en el lugar del embalse puede aumentar la erosión. ◆ La mayor actividad en el lugar del embalse puede perturbar la vida silvestre. ◆ La construcción del embalse puede ocasionar perturbaciones a los humedales, las hoyas de inundación o los terrenos agrícolas. ◆ El aumento de actividad en el lugar del embalse puede interrumpir las actividades recreacionales o culturales. ◆ El aumento de actividad en el lugar del embalse puede desorganizar el estilo de vida de los habitantes humanos.
Operación	<ul style="list-style-type: none"> ◆ El cambio en la temperatura del agua en el embalse puede afectar la calidad del agua dentro del mismo y del agua que se descarga. ◆ Sumergimiento del área de terreno cubierta por el embalse, con la destrucción asociada de hábitat y ecosistema existente y la creación de nuevos hábitats (acuáticos) y ecosistemas. ◆ El embalse puede crear un lugar propicio para la reproducción de plagas y enfermedades. ◆ El embalse puede cambiar el régimen de flujo del agua, lo que puede alterar el flujo del agua del arroyo. ◆ El embalse puede cambiar la hidrología general del área, alternando el hábitat ribereño. ◆ Inundaciones, erosión y destrucción corriente abajo proveniente de cualquier falla en el embalse.

Diseño del Programa del Sector – Algunas Guías Específicas

Tal como con los proyectos de menor escala, la participación de la comunidad constituye una parte esencial del diseño, implementación y monitoreo del proyecto. Sin embargo, como las operaciones y el mantenimiento de las instalaciones de las microcentrales hidroeléctricas es esencial para minimizar los impactos medioambientales, la participación comunitaria es particularmente importante.

Dado el hecho de que es muy probable que en una microcentral hidroeléctrica con embalse se incurra en las exigencias de una evaluación ambiental (EA), se debe subrayar el axioma básico de la evaluación del impacto en el medioambiente: se deben considerar alternativas ciertas para lograr el objetivo del proyecto. Para las microcentrales hidroeléctricas esto exige hacer preguntas tales como:

- ¿Qué opciones están disponibles para cumplir los objetivos del proyecto?
- ¿Existen otros métodos disponibles para el desarrollo de energía?
- ¿Existen otros lugares en donde se pueda construir el proyecto?

Guía Ambiental para Actividades de Desarrollo en LAC

- ¿Cualquier otra opción factible podría originar menos impactos medioambientales que la actividad propuesta?

Los costos medioambientales del proyecto se ponderarán frente a los beneficios económicos. Los costos medioambientales dependen de preguntas tales como:

- ¿Qué beneficios ofrece la corriente de agua en su estado natural? (suministro de agua, hábitat de zonas pesqueras, hábitat de vida silvestre, pesca comercial/recreacional, disminución de inundaciones, turismo, valores culturales, etc.) ¿Afectará esta actividad alguno de esos beneficios?
- ¿Cuál es el uso que actualmente se le da al terreno en el lugar del embalse? ¿Qué beneficios se ofrecen en el lugar? (producción de cosechas, hábitat de vida silvestre, viviendas residenciales, actividades culturales, etc.) ¿Afectará la construcción del embalse los beneficios mencionados o la utilización del terreno?
- Con relación al terreno por donde atraviesa el sistema de transmisión (o, si se utilizan baterías, con relación al área afectada por el transporte de las baterías a la actividad de producción): ¿Qué beneficios ofrece el área del terreno? ¿Cuál es el uso que se le da al terreno a lo largo del área afectada? (terreno agrícola, hábitat de vida silvestre, turismo, recreación, residencial). ¿Se afectarán los beneficios o el uso actual del terreno por el hecho de utilizar esta ruta para transmitir potencia a la actividad de producción?
- ¿Cuáles son los usos actuales del terreno corriente abajo del sitio que se afectarán en esta actividad? ¿Afectará el proyecto de la microcentral hidroeléctrica el uso que actualmente se le da a esos terrenos?

Mitigación y Monitoreo del Medioambiente

Mitigación. Los temas y medidas de mitigación y de monitoreo que se aplican a construcciones de pequeña escala también se aplican a la construcción de instalaciones de microcentrales hidroeléctricas; refiérase por favor a la Sección 3.X; “Construcción a pequeña escala.”

Las medidas generales de mitigación de relevancia particular para las microcentrales hidroeléctricas incluyen:

- La tierra no debe apilarse en humedales o en hoyas de inundación. Esta debe apilarse en las áreas ya perturbadas.
- El flujo de la corriente de agua no debe bloquearse durante la construcción. Para una desviación temporal de la corriente de agua se deben utilizar formaletas de concreto en vez de tierra vegetal. (La utilización de formaletas de concreto ocasionará una menor sedimentación de la corriente de agua).
- Después de la construcción, la capa vegetal debe regresarse al lugar original.
- Después de la construcción, los contornos del terreno deben regresarse a la topografía original.

- La construcción no debe tener lugar durante las temporadas de reproducción de la vida silvestre.
- La construcción no debe impactar el hábitat de las especies amenazadas o en vía de extinción.

Los impactos de la fase de la mitigación de las operaciones dependen tanto de un diseño adecuado como de una operación y mantenimiento (O&M) idóneos para el sistema. En el caso de las estructuras con embalse, las operaciones y el mantenimiento idóneos son especialmente críticos para:

- Mantener los flujos críticos corriente abajo
- Salvaguardar la integridad de la estructura del embalse— no se debe permitir que el nivel del agua del reservorio exceda el nivel nominal, y el mantenimiento requerido debe iniciarse oportunamente.

Por consiguiente, las operaciones y mantenimiento dependen de un adecuado programa de monitoreo –para monitorear las condiciones río abajo, el nivel del agua, y la integridad estructural de la estructura con embalse.

Monitoreo.- Ambos tipos de instalaciones de microcentrales hidroeléctricas requieren monitoría para los impactos de la fase de operaciones detallados en las tablas precedentes. Las hidroeléctricas con embalses requieren un régimen de pruebas de calidad del agua y un monitoreo de la calidad de los flujos río abajo. Los planes del monitoreo deberían detallar lo siguiente:

- ¿Qué criterios se van a utilizar en las pruebas?
- ¿Con qué frecuencia se realizarán las pruebas?
- ¿Cuál es el proceso para corregir los problemas del sistema?

Además, la integridad de la estructura del embalse (represa) se debe monitorear en forma regular.

C. Referencias

Informes

FAO (UN Food and Agriculture Organisation). 2000. *State of Forestry in the Latin American and Caribbean Region: Period 1998-1999*. Latin American and Caribbean Forestry Commission, Secretariat Note, Santa Fe de Bogotá, Colombia. Online: www.fao.org/docrep/meeting/x6004e.htm.

IADB (Inter-American Development Bank). 1998. "Energy Sector Strategy." *Annual Report on the Environment and Natural Resources*. IADB, Washington, DC.

Kammen, D.M. 1995. "Cookstoves for the Developing World." *Scientific American* 273: 72-75. Online: <http://socrates.berkeley.edu/~dkammen/cookstoves.html>.

Kartha, Sivan, and Eric D. Larson. 2000. *Bioenergy Primer: Modernised Biomass Energy for Sustainable Development*. United Nations Development Programme. (Digital copy included.)

Khennas, Smail, and Andrew Barnett. 2000. *Micro-Hydro Power: An Option for Socio-Economic Development*. World Renewable Energy Congress VI, Intermediate Technical Development Group. Online: <http://www.itdg.org/html/energy/docs/smail.doc>. (Digital copy included.)

Pérez, Odalís, and Karen Menczer. 1996. *Environmental Guidelines for Microhydroelectric Projects*. Developed in support of USAID/Dominican Republic's PVO Co-Financing Project No. 517-0247 and Electrical Energy Sector Restructuring Project 517-0270.

Web Sites

Defenders of Wildlife.

This site discusses potential environmental impacts on wildlife habitats and offers practices to prevent and mitigate these impacts for biomass, wind, and geothermal energy. Online: www.defenders.org/habitat/renew.html.

Intermediate Technology Consultants.

The ITC site offers information on renewable energy resources. Online: www.itcltd.com/energy.htm.

Solar Cooking International.

A comprehensive resource on solar cooking, the Solar Cooking Archive features news, publications, multimedia presentations, discussions, and plans for different cooker designs, including designs for the breakthrough Cook-it Foldable Family Stove (solar) created by Roger Bernard and Barbara Kerr. Online: <http://solarcooking.org/>. (Digital copy of the Cook-it Stove design included.)

The Green Power Market Development Group.

The Green Power Market Development Group is a collaboration of 10 private corporations and the World Resources Institute aimed at building corporate markets for green energy. This site provides good, current information on renewable energy and clean technology and describes potential environmental impacts of biomass, landfill gas, wind, solar, and fuel cell power systems. The site also provides many useful links for developing renewable energy activities. Online: www.thegreenpowergroup.org.

Union of Concerned Scientists.

The UCS site analyzes and advocates environmentally and economically sustainable energy solutions. Online: www.ucsusa.org/energy.

U.S. Department of Energy.

The DOE's Energy Efficiency and Renewable Energy Network offers a comprehensive look at the Department of Energy's renewable energy and energy efficiency information, as well as a wide range of links and documents. Online: www.eren.doe.gov.